

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Kiyohisa SUZUKI et al.  
Title: HONING METHOD AND HONING  
APPARATUS  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 08/28/2003  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2002-255887 filed 08/30/2002.

Respectfully submitted,

Date August 28, 2003



FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5426  
Facsimile: (202) 672-5399

By  25479  
 Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-255887

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-255887 ]

出 願 人

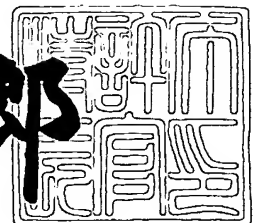
Applicant(s):

日産自動車株式会社

2003年 5月 6日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3032760

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM01-02252

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B24B 33/02  
B24B 33/06

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会  
社内

    【氏名】 鈴木 清久

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会  
社内

    【氏名】 井伊谷 隆

【特許出願人】

    【識別番号】 000003997

    【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100083806

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三好 秀和

    【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

    【識別番号】 100068342

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100100712

    【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100079946

【弁理士】

【氏名又は名称】 横屋 赳夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホーニング加工方法および加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工ライン上を搬送される円筒内面を備えたワークに対し、砥石を備えたホーニングヘッドを、軸方向に移動させつつ回転させて前記円筒内面を研削加工するホーニング加工方法において、荒加工工程で前記円筒内面に対して荒加工を行った後、アイドル工程で前記ホーニングヘッドを前記円筒内に挿入せずに前記ワークを所定時間放置し、その後の仕上げ加工工程で、前記ホーニングヘッドを前記荒加工工程とは逆方向に回転させてホーニング加工を行うことを特徴とするホーニング加工方法。

【請求項 2】 前記アイドル工程で、前記ワークに対して冷却液を供給することを特徴とする請求項 1 記載のホーニング加工方法。

【請求項 3】 前記冷却液の温度は、前記荒加工工程および前記仕上げ加工工程で使用する冷却液の温度と同等とすることを特徴とする請求項 2 記載のホーニング加工方法。

【請求項 4】 前記アイドル工程でのワークの放置時間は、少なくとも 3 0 秒であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のホーニング加工方法。

【請求項 5】 加工ライン上を搬送される円筒内面を備えたワークに対し、砥石を備えたホーニングヘッドを、軸方向に移動させつつ回転させて前記円筒内面を研削加工するホーニング加工装置において、前記加工ラインは、荒加工工程と、仕上げ加工工程とを同一ライン上に備え、前記荒加工工程と前記仕上げ加工工程との間に、前記ホーニングヘッドを前記円筒内に挿入せずに前記荒加工後のワークを所定時間放置するアイドル工程を設け、前記仕上げ加工工程は、前記ホーニングヘッドの回転方向が前記荒加工工程とは逆方向であることを特徴とするホーニング加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、加工ライン上を搬送される円筒内面を備えたワークに対し、砥石を備えたホーニングヘッドを、軸方向に移動させつつ回転させて前記円筒内面を研削加工するホーニング加工方法および加工装置に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

##### 【従来の技術】

円筒内面を備えたワークとして、例えばシリンダブロックのシリンダボアは、エンジン性能を決定する重要部位であるため、形状精度と面性状に対する要求が高い。形状精度としては、ピストン摺動抵抗を低減させるため、真円度および円筒度を可能な限り高精度にすることが求められる。また、面性状はピストンの焼き付き（スカッフ）を低減させるために、オイルを保持できる面粗さの確保と、固定潤滑剤である黒鉛がボア表面にできるだけ多く露出していることが望ましい。

#### 【 0 0 0 3 】

これらの条件を満足させるため、図 8 に示すように、シリンダボア 1 のボア内周面に対しては、砥石 3 を備えたホーニングヘッド 5 を挿入し、このホーニングヘッド 5 を回転かつ軸方向移動させて研削加工を行うホーニング加工を実施している（特開平 5 - 5 7 5 9 7 号、特開平 5 - 5 7 5 9 8 号公報参照）。上記した砥石 3 は、円周方向に複数備えており、半径方向外側、つまりシリンダボア 1 のボア内周面に向けて、所定の拡張圧にて押し付けながら加工を行うようになっている。

#### 【 0 0 0 4 】

上記したホーニング加工では、その前処理であるボーリング加工での面粗さを除去するため、ある一定量の取り代が必要となる。このため、通常ではホーニング加工時間を最小にするため、取り代の大部分を研削能率が高い荒ホーニング加工で行い、荒ホーニング加工後、形状精度および面性状向上を狙った研削能率が低い仕上げホーニング加工を行っている。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、荒ホーニング加工時には、上記したように取り代を多くするため、

砥石 3 のシリンダボア 1 に対する押し付け圧力である拡張圧による変形が大きなものとなっている。図 9 (a) は荒ホーニング加工時でのシリンダボア 1 の変形状態を示している。これによれば、シリンダボア 1 の図中で上部の開口側が半径方向外側へ大きく広がる一方、図中で下部側の内径が小さくなるよう変形している。

【 0 0 0 6 】

この変形状態で、砥石 3 による拡張圧を解除し、ワークを放置すると、押し付けられていたシリンダボア 1 の内周面が中心側に戻る作用、すなわち矢印 S で示すスプリングバックが発生し、例えば図 9 (b) のような形状となる。

【 0 0 0 7 】

ところが、上記図 9 (a) のように変形した状態のまま継続してその後の仕上げホーニング加工を行うと、この加工中に、上記したスプリングバックの影響を受けて、高精度な形状確保が困難になるという問題がある。

【 0 0 0 8 】

また、上記した形状精度を確保するには、荒ホーニング加工での砥石の拡張速度を低下させてワークのスプリングバックを低減させるか、仕上げホーニング加工時間を長くすることが考えられる。しかし、これらいずれの方策は、加工時間の延長となり製造コストの上昇を招くものとなる。

【 0 0 0 9 】

そこで、この発明は、加工時間の延長を招くことなく、仕上げホーニング加工で高精度な形状確保ができるようにすることを目的としている。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、請求項 1 の発明は、加工ライン上を搬送される円筒内面を備えたワークに対し、砥石を備えたホーニングヘッドを、軸方向に移動させつつ回転させて前記円筒内面を研削加工するホーニング加工方法において、荒加工工程で前記円筒内面に対して荒加工を行った後、アイドル工程で前記ホーニングヘッドを前記円筒内に挿入せずに前記ワークを所定時間放置し、その後の仕上げ加工工程で、前記ホーニングヘッドを前記荒加工工程とは逆方向に回転さ



せてホーニング加工を行うホーニング加工方法としてある。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明のホーニング加工方法において、前記アイドル工程で、前記ワークに対して冷却液を供給するものとしてある。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の発明は、請求項 2 の発明のホーニング加工方法において、前記冷却液の温度は、前記荒加工工程および前記仕上げ加工工程で使用する冷却液の温度と同等としてある。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 ないし 3 のいずれかの発明のホーニング加工方法において、前記アイドル工程でのワークの放置時間は、少なくとも 3 0 秒としてある。ワークの放置時間が、3 0 秒に達していないと、図 3 に示すように、荒ホーニング加工後のスプリングバック作用による戻り変形量が不充分であり、その後の仕上げ加工にてスプリングバックの影響を受けてしまう。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 の発明は、加工ライン上を搬送される円筒内面を備えたワークに対し、砥石を備えたホーニングヘッドを、軸方向に移動させつつ回転させて前記円筒内面を研削加工するホーニング加工装置において、前記加工ラインは、荒加工工程と、仕上げ加工工程とを同一ライン上に備え、前記荒加工工程と前記仕上げ加工工程との間に、前記ホーニングヘッドを前記円筒内に挿入せずに前記荒加工後のワークを所定時間放置するアイドル工程を設け、前記仕上げ加工工程は、前記ホーニングヘッドの回転方向が前記荒加工工程とは逆方向である構成としてある。

【 0 0 1 5 】

【発明の効果】

請求項 1 の発明または請求項 5 の発明によれば、同一ライン上の荒加工工程と仕上げ加工工程との間にワークを所定時間放置するアイドル工程を備えているので、このアイドル工程中にワークのスプリングバックによる変形が発生し、その後の仕上げ加工でのスプリングバックによる影響を排除でき、高精度な形状確保

が達成される。そして、このアイドル工程は、荒加工工程と仕上げ加工工程との間の同一ライン上に設定されているので、別途専用の放置スペースが不要になるとともに、無駄時間の発生もなく、加工時間の延長が回避されている。

【 0 0 1 6 】

また、仕上げ加工では荒加工とは逆方向にホーニングヘッドを回転させるので、仕上げ加工で発生する加工面の塑性流動が、荒加工時での塑性流動とは逆方向に発生して荒加工時での塑性流動を打ち消す作用が働き、仕上げ加工での塑性流動が小さくなるとともに、微小なバリの発生も抑制されて、高精度な加工面を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 2 の発明によれば、アイドル工程でワークに冷却液を供給することで、ワークの温度変化が全体として均一化し、スプリングバック量も加工面全体として均一化するので、仕上げ加工での取り代が必要以上に多くなることがなく、仕上げ加工時間の短縮化を図ることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 3 の発明によれば、アイドル工程で供給する冷却液の温度を、荒加工工程および仕上げ加工工程で使用する冷却液の温度と同等とすることで、冷却液の供給源を共用でき、アイドル工程にて別途専用の冷却液供給源を設ける必要がなく、装置全体の簡素化を達成することができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 4 の発明によれば、アイドル工程でのワークの放置時間を、少なくとも 3 0 秒とすることで、荒ホーニング加工後のスプリングバック作用による戻り変形量が充分となり、その後の仕上げ加工でのプリングバックの影響を排除することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、この発明の実施の一形態に係わるホーニング加工方法を示している。

(a) は、ホーニング加工における荒加工工程で、(c) は、ホーニング加工における仕上げ加工工程である。そして、荒加工工程(a)と仕上げ加工工程(c)との間に、ワークを所定時間放置するアイドル工程(b)を設けてあり、これら各工程は、同一の加工ライン上に設定されている。この同一ライン上を、ワークとして、円筒内面を備えたエンジンのシリンダブロック11が、荒加工工程(a)、アイドル工程(b)、仕上げ加工工程(c)の順に搬送される。

## 【0022】

上記図1(a)の荒加工工程で示すように、シリンダブロック11のシリンダボア13内には、ホーニングヘッド15が挿入されている。ホーニングヘッド15の外周部には、図中で上下方向に長い直方体状の荒加工砥石17が、円周方向に沿って等間隔に複数設けてある。

## 【0023】

この荒加工砥石17は、図示しない拡張圧機構によってシリンダボア13の内周面に向けて所定の拡張圧力 $T_1$ で押し付け可能となっている。このような荒加工砥石17を備えたホーニングヘッド15は、図中で上下方向の軸方向に移動しつつ回転しながら、シリンダボア13の内周面に対して荒ホーニング加工を行う。

## 【0024】

上記したシリンダブロック11は、図1(c)の仕上げ加工においては、仕上げ加工砥石19を備えたホーニングヘッド21を用いて、シリンダボア13が仕上げ加工される。この仕上げ加工砥石19も、前記した荒加工砥石17と同様に、図中で上下方向に長い直方体状のものが、円周方向に沿って等間隔に複数設けられるとともに、図示しない拡張圧機構によってシリンダボア13の内周面に向けて所定の拡張圧力 $T_2$ で押し付け可能となっている。

## 【0025】

このような仕上げ加工砥石19を備えたホーニングヘッド21も、荒加工時と同様に軸方向に移動しつつ回転するが、この回転方向は、荒加工時とは逆方向となっている。

## 【0026】

そして、上記した各工程（a），（b），（c）には、シリンダボア 1 3 内に冷却液としてのクーラントを供給するクーラントノズル 2 3，2 5，2 7 がそれぞれ設置されている。上記した各クーラントノズル 2 3，2 5，2 7 には、共通のクーラント供給源 2 9 から配管 3 1 を介して供給される。

## 【 0 0 2 7 】

荒加工工程（a）でシリンダボア 1 3 に対して荒加工がなされたシリンダブロック 1 1 は、次のアイドル工程（b）へ搬送され、ここで所定時間として 6 0 秒間放置される。この放置されている間には、その前後の荒加工工程（a）および仕上げ加工工程（c）にて、他のシリンダブロックに対して荒加工および仕上げ加工がそれぞれなされている。なお、アイドル工程（b）でのシリンダブロック 1 1 の放置時間は、少なくとも 3 0 秒間あればよい。

## 【 0 0 2 8 】

荒加工工程（a）での荒加工直後は、図 1（b）の二点鎖線で示すように、荒加工砥石 1 7 による拡張圧力  $T_1$  によってシリンダボア 1 3 が、前記図 9（a）と同様に變形している。この變形状態から、次のアイドル工程（b）で、シリンダボア 1 3 内にホーニングヘッドを挿入せずに、シリンダブロック 1 1 を放置することで、シリンダボア 1 3 は、図 1（b）における実線で示すように、スプリングバック S の作用によって収縮變形する。

## 【 0 0 2 9 】

この収縮變形後のシリンダボア 1 3 は、図 2 に示すように、放置時間を 6 0 秒とすることで、スプリングバック量がほぼ最大の状態となる。このようにスプリングバック量が最大となった状態のシリンダボア 1 3 は、上記図 1（b）の実線で示すように、二点鎖線で示す荒加工直後の形状のように図中で上部の直径が大きく、下部ほど直径が小さくなる形状とは異なり、軸方向に沿って互いにほぼ同内径の凹部 1 3 a，1 3 b，…を有するとともに、この凹部に隣接する互いにほぼ同内径の凸部 1 3 c，1 3 d，1 3 e，…をそれぞれ有するものとなっている。

## 【 0 0 3 0 】

上記したように、荒加工後 6 0 秒間放置されたシリンダブロック 1 1 は、次の

仕上げ加工工程（c）へ搬送され、ここで仕上げ加工砥石 1 9 を備えたホーニングヘッド 2 1 を、荒加工工程（a）とは逆方向に回転させて、仕上げホーニング加工を行う。

#### 【 0 0 3 1 】

荒加工工程（a）では、多くの取り代を短時間で加工するため、拡張圧力  $T_1$  を仕上げ加工時の拡張圧力  $T_2$  よりも数倍以上にして行う。このため、荒加工後のシリンダブロック 1 1 のスプリングバックが非常に大きく、このスプリングバックによる戻り変形がほぼほぼ最大となるまで、上記したように約 6 0 秒要している。

#### 【 0 0 3 2 】

このようなアイドル工程（b）を設定することによる効果としては、以下の 2 点が挙げられる。

#### 【 0 0 3 3 】

1 点は、仕上げ加工中に、荒加工後のスプリングバックの影響が極めて小さいので、仕上げ加工単独の実力でほぼ加工精度が決定できる。他の 1 点は、次に示す通りである。

#### 【 0 0 3 4 】

荒加工中は、シリンダボア 1 3 が、図 1（b）の 2 点鎖線で示すように、荒加工砥石 1 7 によって押し広げられた形状となっているが、加工終了後に 6 0 秒放置した時点では、図 1（b）の実線で示すように凹部 1 3 a, 1 3 b, …および凸部 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e, …が発生するため、この凹凸により、仕上げ加工砥石 1 9 の加工面への当たりが、図 3 に示すように局部当たりとなる。

#### 【 0 0 3 5 】

このとき、仕上げ加工砥石 1 9 は、一定力  $F$  で加工面に押し付けられるので、仕上げ加工砥石 1 9 における局部当たりしている部位の面圧は増加する。ホーニング加工は面圧の増加とともに、砥石における砥粒の加工面への食い込み量が増し、研削能率が増加する特徴を持っている。このため、加工時間は、加工面に凹凸がある場合の方が、ない場合（砥石が加工面に対して全面当たりする場合）よりも短くなる。

## 【 0 0 3 6 】

ここで、上記した加工面における凸部 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e の凹部 1 3 a, 1 3 b からの突出量 h (図 3 参照) は、仕上げ加工での取り代の約 3 0 % ~ 5 0 % あり、この場合での仕上げ加工時での加工時間は、従来と比較して、約 1 0 % 低減する結果が得られている。

## 【 0 0 3 7 】

また、図 4 に示すように、仕上げ加工砥石 1 9 の砥粒 3 3 は、加工面 3 5 への食い込み量が増加することで負荷が増加し、破砕 3 3 a が発生しやすくなり (砥石としてのいわゆる自生作用が活発になる)、新しい切刃 3 3 b が生まれて切れ味が向上する。なお、図 4 中で矢印 A で示す方向が仕上げ砥石 1 9 の移動方向であり、符号 3 7 は荒加工工程 (a) で発生した塑性流動、3 9 はこの塑性流動 3 7 による抵抗力 (負荷) を示す。

## 【 0 0 3 8 】

これにより、研削抵抗低減 → ボア変形低減・塑性流動低減 → 加工精度向上と、連鎖的に効果が発生する。

## 【 0 0 3 9 】

上記した仕上げ加工を継続していくと、仕上げ加工砥石 1 9 の加工面 3 5 への局部当たりは次第になくなり、全面当たりとなるが、砥粒 3 3 が切れ味を保った状態であるため、加工完了 (砥石が全面当たりしてからの加工完了までの加工代は、約  $\phi 10 \sim 15 \mu m$ ) まで、上記した効果は継続される。

## 【 0 0 4 0 】

これらの作用により、シリンダボア 1 3 の形状精度 (真円度, 円筒度) は、図 5 に示すように、アイドル工程 (b) を設けた場合の加工方法 C が、従来の加工方法 A と比較して、約 3 0 % 向上する。また、シリンダボア 1 3 の内周面への黒鉛露出度に関しては、図 6 に示すように、アイドル工程 (b) を設けた場合の加工方法 C は、従来の加工方法 A に比較して、4 0 % の向上が見られる。

## 【 0 0 4 1 】

黒鉛露出度が向上する理由は、塑性流動の低減であるが、この件に関しては、後述する。

## 【 0 0 4 2 】

次に、仕上げ加工工程（c）でのホーニングヘッド 2 1 の回転方向を、荒加工工程（a）でのホーニングヘッド 1 5 の回転方向に対して逆方向にする場合の効果を以下に述べる。

## 【 0 0 4 3 】

前述したように、荒加工工程（a）においては、荒加工砥石 1 7 による拡張圧力  $T_1$  は大きく、また研削能率向上のため荒加工砥石 1 7 の砥粒の粒度が、仕上げ砥石 1 9 に比べて大きいものを使用している。このため、図 7 に示すように、荒加工によって、比較的深さ  $L$  の深い塑性流動 3 7 および微小なバリ 4 1 を有する加工面 3 5 となる。また、この影響で加工面 3 5 の表面に露出しない黒鉛 4 3 も多数発生する。

## 【 0 0 4 4 】

仕上げ加工工程（c）でのホーニングヘッド 2 1 の回転方向を荒加工に対して逆にすることは、砥粒 3 3 が荒加工での塑性流動 3 7 と逆目方向に動くことであり、一般的に知られている材料の引き剥がし効果が起きるとともに、仕上げ加工砥石 1 9 の砥粒 3 3 による塑性流動 3 7 a は、荒加工での塑性流動 3 7 とは逆方向に発生するため、荒加工での塑性流動を打ち消す作用が働く。

## 【 0 0 4 5 】

これらの作用で、仕上げ加工での塑性流動 3 7 a は小さく、また微小なバリ 4 1 も発生しにくい加工面 3 5 a を得ることができる。黒鉛 4 3 a も小さい塑性流動 3 7 a の影響を受けにくいため、表面に露出しやすくなり、黒鉛 4 3 a の露出度としては、図 6 に示すように、仕上げ逆回転を行う加工方法 B は、従来の加工方法 A と比較して約 2 0 % 向上する。また、形状精度については、図 5 に示すように、仕上げ逆回転を行う加工方法 B は、従来の加工方法 A と比較して約 3 0 % 向上する。

## 【 0 0 4 6 】

従来のように仕上げ加工を荒加工と同一方向にホーニングヘッドを回転させて加工した場合について述べると、上記の効果が得られず、仕上げ加工による効果のみとなるため、例えばコルク材を砥石に代えて用いるコルクホーニングや、仕

上げ砥石よりさらに粒度の細かい砥粒を備えた砥石によるプラトーホーニング加工などの付加的な加工を行う必要があり、コスト増加を招くものとなる。

【 0 0 4 7 】

次に、アイドル工程（b）を設けた場合と、仕上げ加工工程（c）でホーニングヘッドを逆回転させる場合とを組み合わせた場合の効果について説明する。

【 0 0 4 8 】

アイドル工程（b）を設けた場合の効果で述べたように、砥石の切れ味の向上により、研削抵抗が低減し、加工面の形状精度が向上する。これに逆回転による作用が加わると、さらに研削抵抗が低減し、図5の加工方法D（B＋C）のように、加工面の形状精度がさらに約10％向上し、従来の加工方法Aに比べ、トータルで40％向上することになる。また、黒鉛露出度については、図6の加工方法D（B＋C）のように、従来の加工方法Aに比べ、60％の向上が見られる。

【 0 0 4 9 】

仕上げ加工工程（c）でのホーニングヘッドの逆回転による作用は、図4に示すように、荒加工での塑性流動37に打ち勝つように仕上げ加工砥石19の砥粒33が動くことによる研削抵抗（負荷）39の増加と、材料の引き剥がし効果による研削抵抗低減とがほぼ同等になり、トータルとしての研削効率が充分ではない。

【 0 0 5 0 】

しかし、アイドル工程（b）による作用に、上記した逆回転による作用が加わると、塑性流動の抵抗分が砥粒にさらなる負荷39となり、アイドル工程（b）を設けただけでは自生作用を受けなかった砥粒までが自生することになり、切れ味の良い砥粒がさらに増加する。この結果、研削抵抗がアイドル工程（b）を設けただけのときよりも低減され、加工面の形状精度が向上するのである。

【 0 0 5 1 】

このような形状精度の向上には、荒加工工程（a）での荒加工砥石17の拡張速度を低下させることもなく、また仕上げ加工時間を長くすることもしていないので、加工時間の延長は回避されている。

【 0 0 5 2 】



次に、アイドル工程（b）でクーラントを供給することによる効果を説明する。

【0053】

アイドル工程（b）では、図1に示したように、共通のクーラント供給源29から、荒加工工程（a）、アイドル工程（b）、仕上げ加工工程（c）のすべてに同一温度条件のクーラントを供給するようにしている。荒加工後のアイドル工程（b）でワークを単に放置したのでは、クーラントを供給している荒加工の後に、急激な温度変化を生じ、シリンダボア内周面のスプリングバック量が、温度変化の影響を受けて均等とならず、仕上げ加工での取り代も多く必要になることから、仕上げ加工時間も多く必要となる。

【0054】

そこで、アイドル工程（b）にてクーラントを供給することで、スプリングバック量をより均等に発生させ、これにより仕上げ加工時間の短縮が達成される。

【0055】

なお、上記したアイドル工程（b）で供給するクーラントは、荒加工工程（a）と仕上げ加工工程（c）との共通のクーラント供給源29を使用する必要はなく、単独のクーラント供給源を使用してもよいが、共通のクーラント供給源29を使用することで、各工程でのクーラント温度がほぼ同等となり、アイドル工程（b）にて別途専用のクーラント供給源を設ける必要がなく、装置全体の簡素化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の実施の一形態に係わるホーニング加工方法を示す加工工程図である。

【図2】

荒加工後のワークの放置時間とスプリングバック量との相関図である。

【図3】

仕上げ加工砥石の加工面への当たり状態を示す説明図である。

【図4】

砥石の自生作用を示す説明図である。

【図 5】

加工面の形状精度を、従来例と本発明とで比較して示した説明図である。

【図 6】

加工面に露出する黒鉛の解放度を、従来例と本発明とで比較して示した説明図である。

【図 7】

加工面の面性状向上の原理を示す説明図である。

【図 8】

ホーニング加工を示す断面図である。

【図 9】

シリンダボアの断面図で、（a）は荒加工直後のもの、（b）は荒加工後所定時間放置したものを示す。

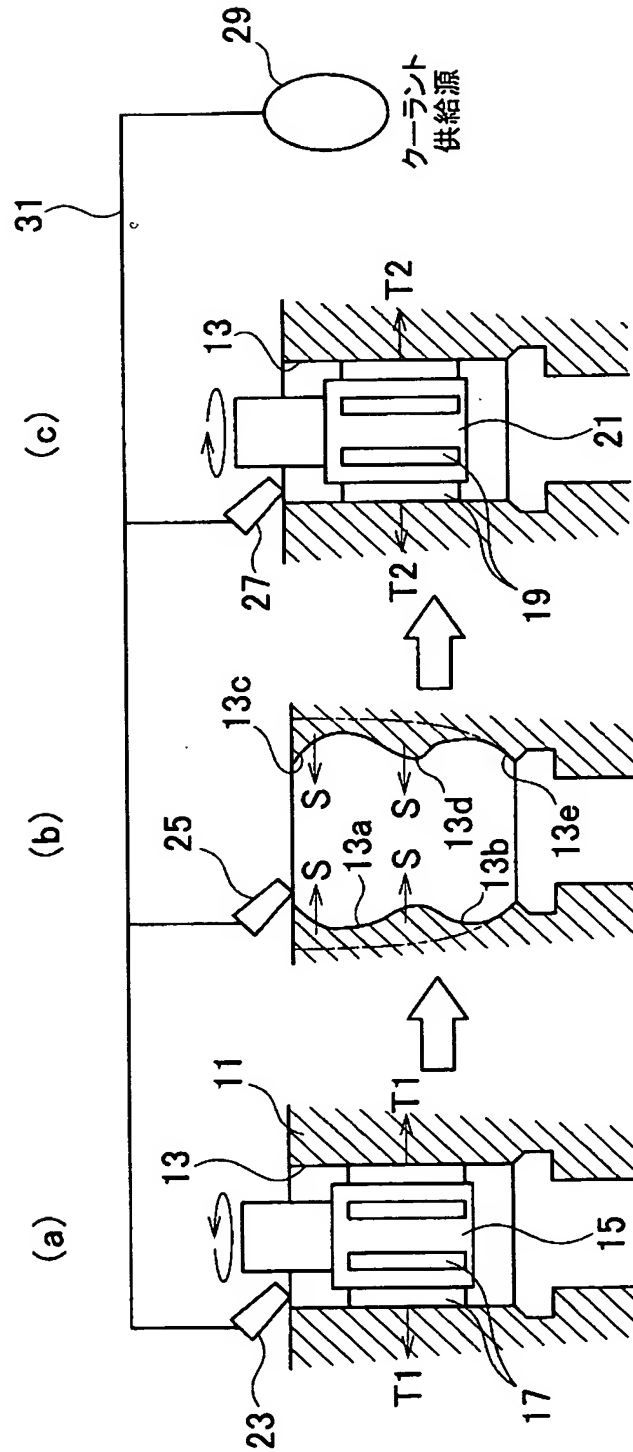
【符号の説明】

- 1 1 シリンダブロック（ワーク）
- 1 5, 2 1 ホーニングヘッド
- 1 7 荒加工砥石
- 1 9 仕上げ加工砥石

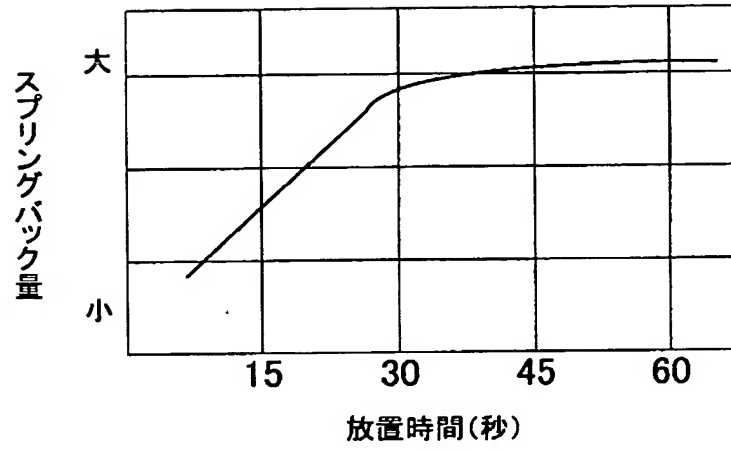
【書類名】

図面

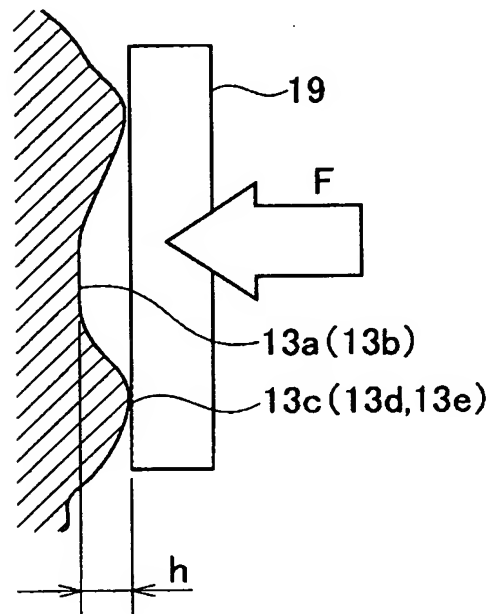
【図 1】



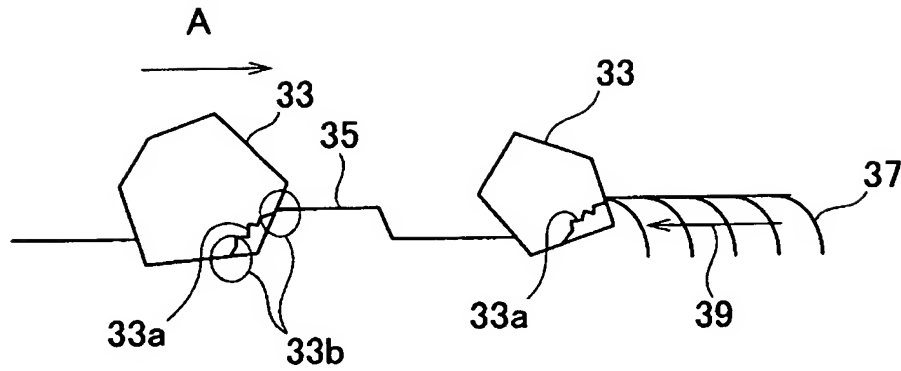
【図 2】



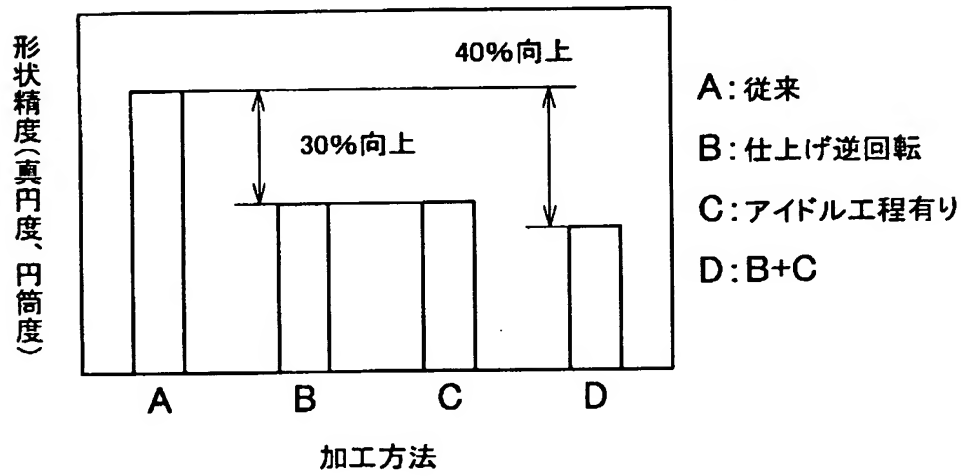
【図 3】



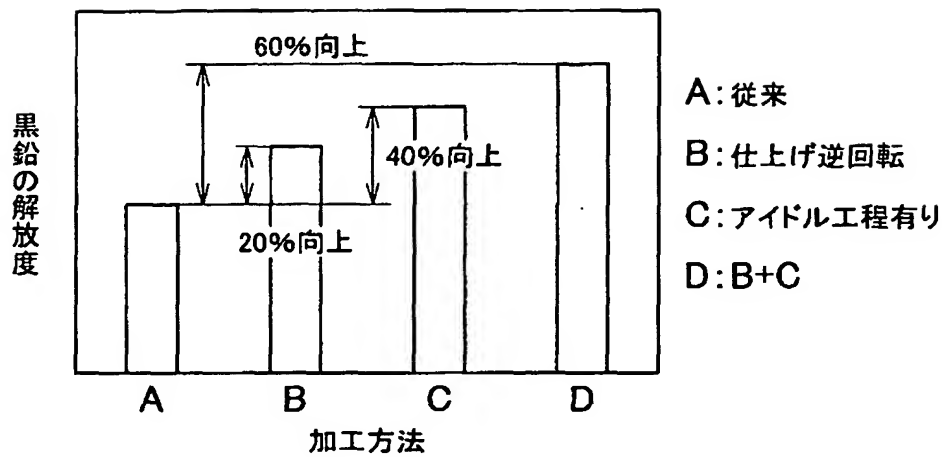
【図4】



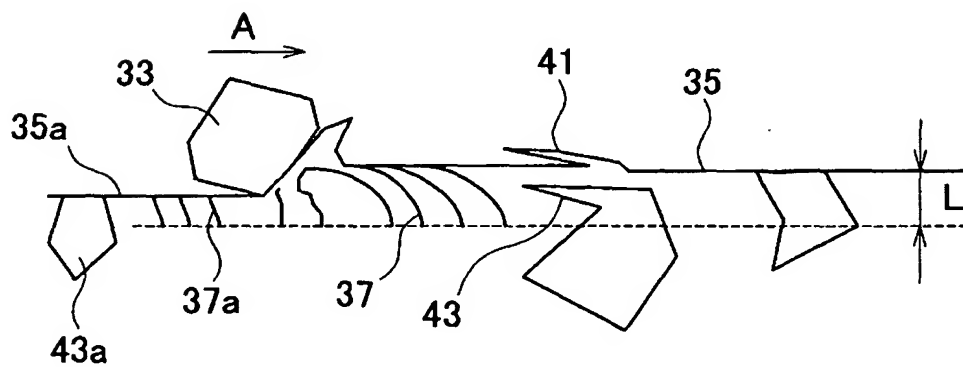
【図5】



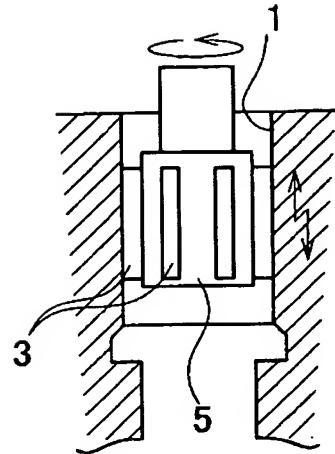
【図6】



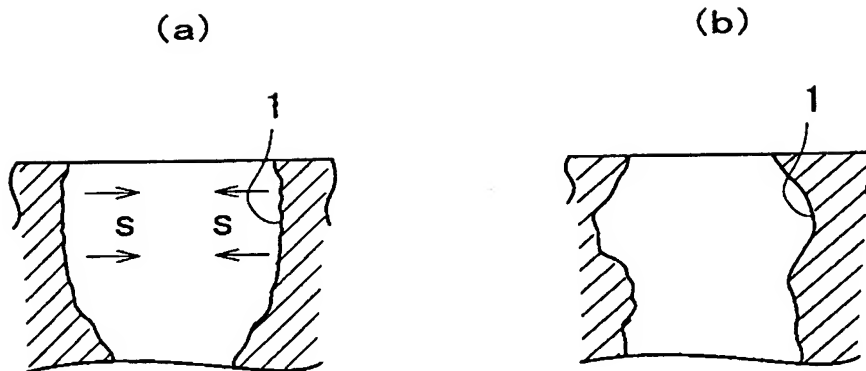
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工時間の延長を招くことなく、仕上げホーニング加工での高精度な形状確保ができるようにする。

【解決手段】 荒加工工程（a）では、シリンダブロック 1 1 のシリンダボア 1 3 内に、荒加工砥石 1 7 を備えたホーニングヘッド 1 5 を挿入し、軸方向に移動させつつ回転させてシリンダボア 1 3 の内周面を研削加工する。次のアイドル工程（b）では、シリンダブロック 1 1 を 6 0 秒間放置してスプリングバック S を発生させる。さらに次の仕上げ加工工程（c）では、仕上げ加工砥石 1 9 を備えたホーニングヘッド 2 1 を挿入し、軸方向に移動させつつ、荒加工とは逆方向に回転させてシリンダボア 1 3 の内周面を研削加工する。また、各工程（a）、（b）、（c）では、共通のクーラント供給源 2 9 を利用して、各クーラントノズル 2 3、2 5、2 7 からクーラントをそれぞれ供給する。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003997]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
氏 名	日産自動車株式会社